

**ANALISA PENGUJIAN PERFORMA KAMPAS REM VARIASI
KOMPOSISI CAMPURAN CANGKANG TELUR, ALUMINA, LOGAM
SENG, STEEL FIBER , DAN GRAFIT DENGAN PEREKAT RESIN
EPOXY**



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Program S-1 (S1)

Pada Jurusan Teknik Mesin

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Disusun Oleh:

Mochammad Taufiq Hidayattullah

3331170075

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

CILEGON-BANTEN

2023

TUGAS AKHIR

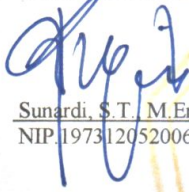
Analisa Pengujian Performa Kampas Rem Variasi Kompisis Campuran Cangkang Telur, Alumina, Logam Seng, Steel Fiber dan Grafit Dengan Perekat Resin Epoxy

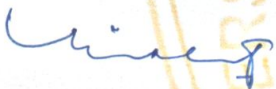
Dipersiapkan dan disusun Oleh :

Mochammad Taufiq Hidayatullah
3331170075

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 13 Desember 2023

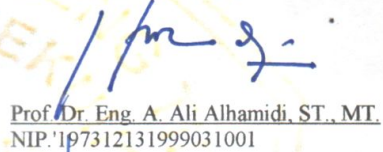
Pembimbing Utama

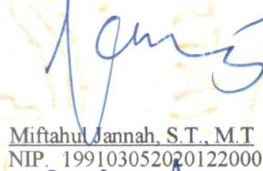

Sunardi, S.T., M.Eng
NIP.197312052006041002

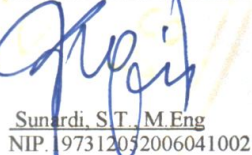


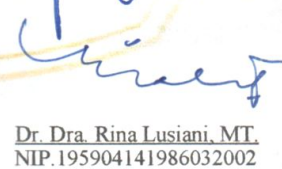
Dr. Dra. Rina Lusiani, MT
NIP.195904141986032002

Anggota Dewan Penguji


Prof. Dr. Eng. A. Ali Alhamidi, ST., MT
NIP.197312131999031001


Miftahul Jannah, S.T., M.T
NIP. 199103052020122000


Sunardi, S.T., M.Eng
NIP. 197312052006041002


Dr. Dra. Rina Lusiani, MT
NIP.195904141986032002

**Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Tanggal, 01 Maret 2024
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA



Dhimas Satria, S.T., M.Eng
NIP. 198305102012121006



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang Bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Mochammad Taufiq Hidayatullah

NPM : 3331170075

Judul : Analisa Pengujian Performa Kampas Rem Variasi Komposisi Campuran Cangkang Telur, Alumina, Logam Seng, Steel Fiber , Dan Grafit Dengan Perekat Resin Epoxy

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya Sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, Desember 2023



Mochammad Taufiq Hidayatullah
NPM. 3331170075

ABSTRAK

Sistem pengereman merupakan salah satu faktor yang dapat meningkatkan jaminan keamanan dan keselamatan dalam berkendara. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas sistem pengereman adalah penelitian dan pengembangan di bagian kampas rem. Komponen kampas rem sendiri memiliki peran penting dalam sistem pengereman dimana komponen tersebut bersentuhan langsung dengan bagian roda yang berputar. Oleh karena itu, material yang digunakan di dalam kampas rem sangatlah penting dalam proses pengereman. Dalam hal ini, material yang dijadikan bahan utama komponen kampas rem antara lain: cangkang telur, alumina, graphite, zinc, steel fibre dan resin. metode yang digunakan dalam pembuatan kampas rem ini adalah dengan metode cold press yang dilanjut dengan sintering untuk meminimalisir porositas di dalam material. Untuk penelitian ini dilakukan variasi cangkang telur dan resin dengan 3 variabel komposisi, dengan variasi 1 menggunakan 10% cangkang telur dan 60% resin, variabel 2 menggunakan 20% cangkang telur dan 50% resin dan variabel 3 menggunakan 30% cangkang telur dan 40% resin. dimana dalam pengujian keausan menghasilkan nilai paling rendah di variabel 1 dengan nilai $4.19229 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{mm}$, untuk daya serap air paling rendah terdapat pada variabel 3 dengan nilai 0.405%, dan untuk nilai koefisien gesek diperoleh nilai paling optimal di variabel 3 dengan nilai 0.53.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan terhadap Allah SWT, karena telah memberikan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir atau skripsi ini. Adapun penulisan dan penyusunan proposal tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi dan menyelesaikan salah satu syarat untuk dapat mengambil mata kuliah Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Skripsi. Oleh karena itu penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa sebagai instansi tempat saya menimba ilmu pengetahuan yang juga banyak memberikan fasilitas dan pengetahuan di bidang keteknikan.
2. Bapak Dhimas Satria, S.T.,M.Eng. sebagai ketua jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Ibu Miftahul Jannah, S.T.,M.T. sebagai ketua dan koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
4. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng. sebagai pembimbing dan kepala penelitian dalam penelitian kali ini.
5. Ibu Dr. Dra. Hj. Rina Lusiani, M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan saran terbaik dalam penelitian yang dilakukan.
6. Orang tua yang telah banyak membantu dalam segala hal sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis berharap untuk semua pihak yang telah membantu selalu diberikan keberkahan oleh Allah SWT dan dibalas dengan pahala segala kebajikannya.

Cilegon, ... Oktober 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kampas Rem	5
2.2 Cangkang Telur Ayam.....	7
2.3 Alumina.....	8
2.4 Logam Seng (Zn).....	9
2.5 Grafit.....	10
2.6 Serat Baja (Steel Fibre).....	11
2.7 Resin Epoksi.....	13
2.8 Pengaruh Cangkang Telur pada Kampas Rem Organik	14
2.9 Kompaksi	14
2.10 <i>Sintering</i>	15
2.11 Massa Jenis.....	15
2.12 Daya Serap Air	16
2.13 Koefisien Gesek Permukaan	17
2.14 Uji Keausan.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Diagram Alir	19
3.2 Alat dan Bahan	20
3.2.1 Alat.....	20
3.2.2 Bahan.....	22
3.3 Metode Penelitian	25

3.3.1 Metode Eksperimen.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Hasil dan Analisa Pengujian	28
4.2 Pembahasan.....	33
BAB V KESIMPULAN.....	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Rekomendasi	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Kampas Rem.....	5
Gambar 2. 2 Bagian pada Kampas Rem	6
Gambar 2. 3 Pengamatan SEM Cangkang Telur Ayam.....	7
Gambar 2. 4 Bagian-bagian Cangkang Telur	8
Gambar 2. 5 Logam Seng.....	9
Gambar 2. 6 Grafit	11
Gambar 2. 7 Steel Fibre.....	12
Gambar 2. 8 Resin.....	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	19
Gambar 3. 2 Neraca Digital.....	20
Gambar 3. 3 Mortar dan Pestle	20
Gambar 3. 4 Ayakan Stainless Steel	21
Gambar 3. 5 <i>High Speed Grinder</i>	21
Gambar 3. 6 Pressing Tools.....	21
Gambar 3. 7 Amplas	22
Gambar 3. 8 Cangkang Telur.....	22
Gambar 3. 9 Alumina.....	23
Gambar 3. 10 <i>Grafit</i>	23
Gambar 3. 11 Serat Baja (<i>Steel Fibre</i>)	24
Gambar 3. 12 Diagram Alir Preparasi Cangkang Telur.....	26
Gambar 3. 13 Diagram Pembuatan Komposit.....	27
Gambar 3. 14 Dimensi Spesimen.....	28
Gambar 4. 1 Grafik Massa Jenis Spesimen	28
Gambar 4. 2 Grafik Daya Serap Air	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Standar bahan gesek kampas rem menurut SAE.....	6
Tabel 3. 1 Komposisi (Persentase) Komposit	26
Tabel 4. 1 Massa Jenis Material.....	28
Tabel 4. 2 Perhitungan Massa dan Gaya	29
Tabel 4. 3 Nilai Koefisien Gesek Spesimen	29
Tabel 4. 4 Hasil Uji Keausan.....	31
Tabel 4. 5 Pengukuran Massa Spesimen	32
Tabel 4. 6 Daya Serap Air	32

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi otomotif saat ini menuntut industri manufaktur kendaraan untuk berinovasi dan berimprovisasi dalam mengembangkan teknologi. Teknologi juga mendorong industri otomotif untuk tidak hanya memproduksi kendaraan yang nyaman dan efisien, juga harus ada jaminan keamanan dan keselamatan dalam berkendara. Salah satu hal yang mampu ditingkatkan adalah sistem pengereman, karena saat ini kecelakaan karena kasus rem blong sangat tinggi. Menurut data dari Dirjen Perhubungan Darat (20/4/2021) Tingkat kecelakaan lalu lintas di Indonesia semakin meningkat, khususnya pada kasus rem blong. Sebanyak 61% kecelakaan terjadi karena faktor manusia (termasuk rem blong), 30% faktor sarana prasarana dan 9% faktor pemenuhan persyaratan laik jalan.

Dalam upaya peningkatan kualitas serta teknologi pengereman, dapat dilakukan improvisasi di bagian kampas rem. Kampas rem merupakan salah satu komponen yang sangat penting pada kendaraan. Kampas rem berperan penting pada proses pengereman, atau pada suatu sistem yang bekerja untuk memperlambat atau menghentikan putaran. Pada kendaraan, sistem rem merupakan komponen penting untuk keamanan dalam berkendara, jika suatu sistem rem tersebut tidak berfungsinya maka akan menimbulkan bahaya bahkan hingga terjadi kecelakaan. Oleh sebab itu komponen kampas rem yang bergesekan ini harus memiliki syarat tahan terhadap gesekan (tidak mudah aus), tahan panas dan tidak mudah berubah bentuk pada saat bekerja dalam suhu tinggi (Aditya, 2014).

Pada umumnya, kampas rem kendaraan bermotor terbuat dari bahan asbestos dan terdapat unsur-unsur tambahan seperti SiC, Mn atau Co (Triadi, 2017). Namun menurut *Health Conscious Scandinavians* material asbestos ini berbahaya bagi manusia karena bersifat karsinogenik. Hal ini mendorong beberapa peneliti untuk mengembangkan material kampas rem, terutama menggunakan material organik. Selain material organik ini ketersediaannya sangat melimpah, hal ini juga bisa digunakan untuk membuat suatu barang bernilai tinggi dari limbah.

Cangkang telur ayam dinilai sebagai material yang tepat untuk menjadi material penyusun kampas rem. Penelitian yang dilakukan oleh Adam Ghifari menyatakan bahwa serbuk kulit telur dapat digunakan untuk membuat kampas rem dan dibandingkan dengan standar kampas rem indopart, pada komposisi 20% serbuk kulit telur dan 40% serbuk kuningan memiliki nilai keausan yang lebih tinggi daripada standar keausan kampas rem indopart yaitu $0,0396 \text{ mm}^2/\text{kg}$ sedangkan nilai standar keausan pada kampas rem indopart sebesar $0,0373 \text{ mm}^2/\text{kg}$ dan pada uji kekerasan mendekati standar kampas rem indopart dengan nilai $176,44 \text{ kg}/\text{mm}^2$ sedangkan nilai standar kekerasan pada kampas rem indopart sebesar $186,95 \text{ kg}/\text{mm}^2$ (Ghifari, 2016). Cangkang telur ayam memiliki kekuatan yang tinggi dan lebih ringan dibanding bahan-bahan baja (metal). Selain itu, cangkang telur juga memiliki kandungan kalsium karbonat mencapai 94% (Murakami, 2007). Namun, untuk membuat cangkang telur ayam ini bisa diaplikasikan untuk kampas rem, material cangkang telur ayam ini harus diekstrak terlebih dahulu. Dalam mengekstrak cangkang telur ayam, akan diambil senyawa yang berguna yaitu CaO dari CaCO_3 . Dengan mengekstrak senyawa tersebut, akan dilakukan perbandingan antara senyawa CaO dengan CaCO_3 dan sangat diharapkan mampu untuk meningkatkan kualitas kampas rem, khususnya untuk parameter koefisien gesek dan stabilisator termal.

Selain menggunakan cangkang telur ditambahkan pula beberapa bahan yaitu alumina, grafit, logam zenk, steel fiber yang memiliki sifat sebagai penguat material dan penahan panas yang baik serta direkatkan dengan resin epoxy agar material tersebut tahan terhadap korosi dan tekanan. Saat kampas rem bergesekan, kampas rem dapat menyerap panas dengan baik serta melepaskan panas dengan cepat. Maka dari itu penelitian ini akan dilakukan untuk mencari komposisi yang paling tepat dan paling memiliki karakteristik paling baik dari pencampuran cangkang telur dengan tambahan bahan materai tersebut dengan pengikat resin epoxy yang diuji dengan uji daya serap air, uji keausan, dan uji koefisien gesek.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, maka dapat ditarik rumusan masalah untuk penelitian ini. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini

1. Apa pengaruh campuran dari cangkang telur dan resin epoxy pada kampas rem berbahan komposit organik dengan komposisi alumina (5%), *graphite* (5%), *zinc* (5%), dan *steel fibre* (15%)?

2. Bagaimana cara meningkatkan kemampuan dan ketahanan bahan kampas rem dari kampas rem komposit organik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, yaitu :

1. Untuk mengetahui komposisi optimal dari cangkang telur dan resin pada kampas rem organik berbahan dasar alumina (5%), *graphite* (5%), *zinc* (5%), dan *steel fibre* (15%).
2. Untuk mengetahui nilai keausan, koefisien gesek dan daya serap air pada spesimen kampas rem organik sebagai parameter nilai kualitas kampas rem berbahan komposit organik.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian tugas akhir agar lebih fokus dan terarah, yaitu ;

1. Penelitian dan pengujian akan dilakukan di kampus B atau kampus Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
2. Penelitian ini menggunakan limbah cangkang telur ayam sebagai salah satu komponen bahan kampas rem organik.
3. Cangkang telur di *screening* menggunakan ayakan 200 mesh agar memiliki ukuran homogen.
4. Melakukan pengujian daya serap air dengan standar ASTM D570.
5. Melakukan pengujian keausan pada sampel yang akan diuji dengan menggunakan standarisasi ASTM G99.
6. Melakukan uji koefisien gesek pada permukaan spesimen dengan standarisasi ASTM C1028.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian pada tugas akhir ini untuk mahasiswa sendiri dan masyarakat, yaitu :

1. Untuk mahasiswa
 - a. Sebagai syarat untuk memenuhi tugas akhir agar dapat meraih gelar sarjana.
 - b. Mahasiswa dapat mengembangkan inovasi komposisi dari cangkang telur ayam, dan campuran bahan tersebut untuk mendapatkan nilai daya serap air tekan dan tingkat keausan pada kampas rem yang lebih baik.

2. Untuk Masyarakat
 - a. Masyarakat diharap mengetahui keuntungan dengan ikut naiknya nilai ekonomi dari cangkang telur dan mengetahui manfaat nilai bahan tersebut sebagai bahan produk kapas rem organic sehingga limbah dari cangkang telur dapat lebih dimanfaatkan lagi.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada penelitian ini, sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, hipotesis awal, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka yang berisi teori singkat dari kapas rem, kapas rem organik, cangkang telur ayam dan kalsinasi cangkang telur ayam.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Membahas tentang diagram alir, alat dan bahan, dan prosedur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan menjelaskan data yang diperoleh dari percobaan atau pengujian yang dilakukan, analisa tentang hasil yang diperoleh dan pembahasan dari hasil uji yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan berisi hasil analisa data dan pembahasan serta saran yang dapat digunakan untuk mendukung penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldikheeli, M. R., & Shubber, M. S. (2020). The effects of fibre on the mechanical properties of aerated concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 671(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/671/1/012076>
- ASTM International. (1996). C1028-96 Standard test method for determining static coefficient of friction of ceramic tile and other like surfaces by the horizontal dynamometer pull-meter method. *Astm*, 1–3.
- Burchell, T. D., & Pavlov, T. R. (2020). Graphite: Properties and Characteristics. *Comprehensive Nuclear Materials: Second Edition*, 355–381. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.11777-1>
- Edokpia, R. O., Aigbodion, V. S., Atuanya, C. U., Agunsoye, J. O., & Mu'azu, K. (2016). Experimental study of the properties of brake pad using egg shell particles–Gum Arabic composites. *Journal of the Chinese Advanced Materials Society*, 4(2), 172–184. <https://doi.org/10.1080/22243682.2015.1100523>
- Ghifari, A. (2016). *Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Serbuk Kulit Telur Ayam dan Kuningan dengan Matrik Epoxy sebagai Bahan Alternatif Kampas terhadap Keausan dan Kekerasan*. 4(1), 1–23.
- Hincke, M. T., Nys, Y., Gautron, J., Mann, K., Rodriguez-Navarro, A. B., & Mckee, M. D. (2012). *The eggshell: structure, composition and mineralization Maxwell*. 1–11. <https://doi.org/10.1109/epqu.2011.6128966>
- International, A. (2017). ASTM G99– 95a: Standard test method for wear testing with a pin-on-disk apparatus. *ASTM International*, 1(Reapproved), 1–5.
- Irawan, A. P., Fitriyana, D. F., Tezara, C., Siregar, J. P., Laksmidewi, D., Baskara, G. D., Abdullah, M. Z., Junid, R., Hadi, A. E., Hamdan, M. H. M., & Najid, N. (2022). Overview of the Important Factors Influencing the Performance of Eco-Friendly Brake Pads. *Polymers*, 14(6), 1–22. <https://doi.org/10.3390/polym14061180>
- Jamila. (2014). *Modul Mata Kuliah Teknologi Pengolahan Limbah dan Sisa Hasil Ternak*.
- Juan, R. S., Kurniawan, C., Marbun, J., & Simamora, P. (2020). Mechanical properties of brake pad composite made from candlenut shell and coconut shell. *Journal of Physics:*

- Conference Series*, 1428(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1428/1/012018>
- Kermc, M. (2005). *Development and use of an apparatus for tribological evaluation of ceramic-based brake materials*. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2004.12.002>
- Lawal, S. S., Bala, K. C., & Alegbede, A. T. (2017). Development and production of brake pad from sawdust composite. *Leonardo Journal of Sciences*, 30, 47–56.
- Lumlong, S., Wanapan, S., Khamsri, B., & Pungpo, P. (2016). Effect of Eggshell as a Filler on Rubber Composite Properties. *The 8th Thailand-Japan International Academic Conference 2016*, 1–7.
- Nisa, R. A. (2015). Sintering Material $Zn_{0,9}Mg_{0,1}TiO_3$ Variasi Penambahan V_2O_5 Dengan Metode Reaksi Padat. *Tugas Akhir*.
- Nugroho, F. (2019). Effects of Calcium Carbonat on Hardness and Wear Behaviour of Brass-Epoxy Brake Lining Pad. *Conference SENATIK STT Adisutjipto Yogyakarta*, 5, 27–32. <https://doi.org/10.28989/senatik.v5i0.314>
- Nurlaela, A., Dewi, S. U., Dahlan, K., & Soejoko, D. S. (2014). Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam dan Bebek sebagai Sumber Kalsium untuk Sintesis Mineral Tulang. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 10(1), 81–85. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v10i1.3054>
- Nurwahida. (2019). Uji Sifat Fisis dan Mekanik Papan Komposit dari Campuran Serat Batang Pisang dan Serat Kulit Durian menggunakan Perekat Polyester. *Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alaudin Makassar*.
- Patnaik, P., & Ph, D. (2003). Handbook of inorganic chemicals. In *Choice Reviews Online* (Vol. 40, Issue 11). <https://doi.org/10.5860/choice.40-6428>
- Riska Yudhistia, Triandi, R., & Purwonugoho, D. (2018). Ekstraksi alumina dalam lumpur lapindo menggunakan pelarut asam klorida. *Jurnal Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2018*, 365–369.
- Siallagan, R. P. (2018). Studi Eksperimental Performansi Kampas Rem Berbahan Serbuk Bambu , Aluminium , Magnesium pada Kendaraan Satria FU. *Teknik*.
- Suardi, Mulia, & Supriadi. (2021). ANALISA KAMPAS REM CAKRAM KOMPOSIT CANGKANG KEMIRI, SERBUK ALUMINIUM, SERAT KELAPA DAN

POLIURETAN DENGAN TEKANAN 3 TON. *Pendidikan Dan Teknologi Otomotif*, 1(2), 55–62.

Sumiyanto, S., Abdunnaser, A., & Fajri, A. N. (2019). Analisa Pengujian Gesek, Aus Dan Lentur Pada Kampas Rem Tromol Sepeda Motor. *Bina Teknika*, 15(1), 49.

<https://doi.org/10.54378/bt.v15i1.872>

Supriyanto. (2016). PENGUJIAN PERFORMA KAMPAS REM NON ASBES VARIASI CALCIUM CARBONATE DENGAN PEREKAT PHENOLIC RESIN. *Teknik*.

Syam, W. M. (2016). Optimalisasi Kalsium Karbonat dari Cangkang Telur untuk Produksi Pasta Komposit. *Al-Kimia*, 4(2), 86–97. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v4i2.1683>

Syawaludin, I. A. S. (2008). Perbandingan Pengujian Mekanis Terhadap Kampas Rem Asbes dan Non Asbestos dengan Melakukan uji Komposisi, Uji Kekerasan dan Uji Keausan. *Jurnal Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jurusan Teknik Mesin*, 1–10.

Tangboriboon, N., Kunanuruksapong, R., Sirivat, A., Kunanuruksapong, R., & Sirivat, A.

(2012). Preparation and properties of calcium oxide from eggshells via calcination.

Materials Science- Poland, 30(4), 313–322. <https://doi.org/10.2478/s13536-012-0055-7>

Tangboriboon, Nuchnapa, Moonsri, S., Netthip, A., Sangwan, W., & Sirivat, A. (2019).

Enhancing physical-thermal-mechanical properties of fired clay bricks by eggshell as a bio-filler and flux. *Science of Sintering*, 51(1), 1–13.

<https://doi.org/10.2298/SOS1901001T>

Telang, A. K., Rehman, A., Dixit, G., & Das, S. (2010). Alternate Materials in Automobile Brake Disc Applications With Emphasis on Al Composites- A Technical Review.

Journal of Engineering Research and Studies.

Uygunoglu, T., Gunes, I., & Brostow, W. (2015). Physical and mechanical properties of polymer composites with high content of wastes including boron. *Materials Research*,

18(6), 1188–1196. <https://doi.org/10.1590/1516-1439.009815>

Yafie, M. S. dkk. (2014). Pengaruh Variasi Temperatur Sintering dan Waktu Tahan Sintering Terhadap Densitas dan Kekerasan pada Mmc W-Cu Melalui Proses Metalurgi Serbuk.

Teknik Pomits, 3(1), 6.

Zain, A. H. (2021). Uji karakteristik kampas rem cakram berbahan komposit serbuk arang lidi aren.